

OCT 21 2003  
U.S. PATENT & TRADEMARK OFFICE  
TRANSMITTAL LETTER  
(General - Patent Pending)

Docket No.  
2678

In Re Application Of: **KUCKELKORN, T., ET AL**  
10/615,146

Serial No.  
07/08/2003

Filing Date  
07/08/2003

Examiner

Group Art Unit

Title: **ABSORBER PIPE FOR SOLAR HEATING APPLICATIONS**

TO THE COMMISSIONER FOR PATENTS:

Transmitted herewith is:

**CERTIFIED COPY OF THE PRIORITY DOCUMENT 102 31 467.5**

in the above identified application.

- No additional fee is required.
- A check in the amount of \_\_\_\_\_ is attached.
- The Director is hereby authorized to charge and credit Deposit Account No. as described below.
  - Charge the amount of \_\_\_\_\_
  - Credit any overpayment.
  - Charge any additional fee required.

  
Signature

Dated: **OCTOBWE 23, 2003**

I certify that this document and fee is being deposited on OCT. 23, 2003 with the U.S. Postal Service as first class mail under 37 C.F.R. 1.8 and is addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

  
Signature of Person Mailing Correspondence

**MICHAEL J. STRIKER**

*Typed or Printed Name of Person Mailing Correspondence*

CC:



# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 31 467.5

**Anmeldetag:** 08. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** Schott Glas, Mainz/DE

**Bezeichnung:** Absorberrohr für solarthermische Anwendungen

**IPC:** F 24 J 2/04

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 8. Juli 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident

Im Auftrag

P1880  
08. Jul. 2002  
ME/ HUE

SCHOTT GLAS  
Hattenbergstraße 10  
55122 Mainz  
Deutschland

---

**Absorberrohr für solarthermische Anwendungen**

---

## **Absorberrohr für solarthermische Anwendungen**

### **Beschreibung**

Die Erfindung betrifft ein Absorberrohr, insbesondere für Parabolrinnenkollektoren in solarthermischen Kraftwerken, mit einem zentralen Metallrohr und mit einem das zentrale Metallrohr umgebenden Hüllrohr aus Glas, an dessen freien Enden ein Glas-Metall-Übergangselement angeordnet ist, unter Ausbildung eines Ringraumes zwischen dem Metallrohr und dem Hüllrohr, wobei das Metallrohr und das Übergangselement mittels mindestens einer Dehnungsausgleichseinrichtung in Längsrichtung relativ zueinander verschiebbar miteinander verbunden sind.

Das Absorberrohr besteht in der Regel aus einem inneren, strahlungsabsorbierend beschichteten Rohr aus Stahl und einem umschließenden Hüllrohr aus Glas. Die einzelnen Absorberrohre sind ca. 4 m lang und werden zu Solarfeldschleifen mit einer Länge bis zu 200 m zusammengeschweißt. Die solare Strahlung wird durch einen hinter dem Rohr angeordneten Spiegel auf das Rohr konzentriert. Glasrohr und Metallrohr sind durch einen Glas-Metall-Übergang gasdicht miteinander verbunden. Der Rohrzwischenraum wird evakuiert, um die Wärmeverluste zu minimieren und so den Energieertrag zu erhöhen. Durch die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten von Metall und Glas und die unterschiedlich starke Erwärmung im Betrieb, wobei das Metallrohr etwa 400°C und das Glasrohr lediglich 100°C erreicht, ist ein Dehnungsausgleich zwischen dem Metallrohr und dem Hüllrohr erforderlich. Dieser wird üblicherweise von einem Metallfaltenbalg übernommen. In den bisher bekannten Bauformen sind das Glas-

Metall-Übergangselement und der Faltenbalg linear nebeneinander angeordnet. Dies hat zur Folge, dass ein signifikanter Anteil der Rohroberfläche von 2 bis 3 % nicht als Sammelfläche für die Solarstrahlung verwendet werden kann, was zu einer Verminderung des optischen Wirkungsgrades führt.

Die auf das Absorberrohr gerichtete konzentrische Solarstrahlung macht darüber hinaus den Schutz des spannungsanfälligen Glas-Metall-Übergangselementes gegenüber Erhitzung erforderlich.

Dieser Schutz wird von zusätzlichen Blenden übernommen, die jedoch bei schrägem Lichteinfall die in das Hüllrohr gelangende Strahlung, die in das Hüllrohr eintritt und den Absorber verfehlt, nicht ausreichend abschatten können. Dadurch kommt es bevorzugt an der Nordseite des Absorberrohres zum Versagen des Glas-Metall-Verbundes. Die Folge ist der Verlust des Vakuums und dadurch bedingt der Leistungsfähigkeit des Absorberrohres. Der Austausch einzelner Absorberrohre ist extrem aufwendig, weil dafür die gesamte Solarfeldschleife stillgelegt werden muss. In der Regel wird auf diese Maßnahme verzichtet und eine allmähliche Leistungsminderung des gesamten Solarfeldes durch den laufenden Ausfall von Absorberrohren mit einer Rate von mehr als 2 % pro Jahr in Kauf genommen.

Zur Minderung des Abschattungseffektes und zur Maximierung der Aperturfläche wurden bisher verschiedene Lösungen mit gleitender Lagerung zwischen Glasrohr und Hüllrohr vorgeschlagen.

Aus der DE 100 36 746 A1 ist eine Ausgleichseinrichtung bekannt, die eine axial verschiebbare Dichteinrichtung aufweist, die an einem der beiden Rohre befestigt ist, während das jeweils andere Rohr auf der Dichteinrichtung axial gleitend bewegbar ist. Die Dichteinrichtung kann

beispielsweise auf dem Metallrohr aufgeschrumpft und gegenüber dem Hüllrohr aus Glas verschiebbar sein.

Eine andere Dichteinrichtung gemäß der DE 100 36 746 A1, die an den Rohrenden angeordnet ist, weist eine Ringnut zum abdichtenden Aufnehmen eines Endes des Hüllrohres auf. Die Dichteinrichtung ist in diesem Fall fest auf dem zentralen Rohr gehalten. In der Ringnut befindet sich eine Kammer, welche durch die Dichteinrichtung und das Ende des Hüllrohres begrenzt ist und zum Aufnehmen eines mit Druck beaufschlagbaren Fluids ausgebildet ist. Diese Anordnung ist aufwendig und nicht betriebssicher, so dass mit dem Verlust des Vakuums nach einiger Zeit gerechnet werden muss. Wenn jedoch kein Vakuum vorliegt, degradiert die Absorberbeschichtung bei hohen Temperaturen unter Normalatmosphäre wesentlich schneller als unter Vakuum.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Absorberrohr zu schaffen, das sich durch eine größere Standzeit auszeichnet.

Diese Aufgabe wird mit einem Absorberrohr gelöst, dessen Dehnungsausgleichseinrichtung mindestens teilweise im Ringraum zwischen dem Metallrohr und Glas-Metall-Übergangselement angeordnet ist.

Die Dehnungsausgleichseinrichtung übernimmt dadurch zwei Funktionen. Zum einen wird der Dehnungsausgleich zwischen dem Metall- und dem Hüllrohr gewährleistet und gleichzeitig wird durch die Dehnungsausgleichseinrichtung die Strahlung vom Glas-Metall-Übergangselement ferngehalten, so dass keine Überhitzung in diesem Bereich stattfinden kann und der vakuumdichte Abschluss zwischen Metallrohr und Hüllrohr nicht beeinträchtigt wird.

Dadurch, dass das Dehnungsausgleichselement nicht in axialer Richtung neben dem Glas-Metall-Übergangselement angeordnet ist sondern unterhalb dieses Glas-Metall-Übergangselementes wird die Bauform erheblich verkürzt und gleichzeitig die abgeschattete Fläche des Absorberrohres verkleinert, was wiederum mit einer Leistungssteigerung des Absorberrohres einhergeht. Es wird dadurch eine kompakte Baugruppe aus Dehnungsausgleichseinrichtung und Glas-Metall-Übergangselement gebildet, das auf einfache Weise einen vakuumdichten Abschluss gewährleistet und zusätzliche Bauteile, wie eine innenliegende Blende entbehrlich macht.

Vorzugsweise weist die Dehnungsausgleichseinrichtung einen Faltenbalg auf.

Gemäß einer ersten Ausführungsform ist das innere Ende des Faltenbalgs über ein Anschlusselement mit dem Metallrohr und das äußere Ende des Faltenbalgs über das Glas-Metall-Übergangselement mit dem Hüllrohr verbunden. Das innere Ende bezeichnet das Ende, das in den Ringraum weist, während das äußere Ende sich entweder außerhalb des Ringraumes befindet oder im Ringraum nach außen weist. Dieses Anschlusselement ist vorzugsweise mit dem Metallrohr gasdicht verschweißt. Bei dieser Ausführungsform besitzt das Glas-Metall-Übergangselement einen nach innen weisenden Bund, an dem das äußere Ende des Faltenbalgs befestigt ist.

Um den Wirkungsgrad des Absorberrohres zu erhöhen, erstreckt sich das Anschlusselement vom inneren Ende des Faltenbalgs durch den zwischen Faltenbalg und Metallrohr gebildeten ersten Ringspalt. Ein derart geformtes Anschlusselement bietet die Möglichkeit, insbesondere flach einfallende Strahlung auf das Absorberelement zurückzoreflektieren, wodurch der Wirkungsgrad weiter gesteigert werden kann.

Vorzugsweise erstreckt sich das Anschlusselement bis in die Nähe des äußeren Endes des Faltenbalges. Je weiter sich das Anschlusselement im ersten Ringspalt bis zum gegenüberliegenden Ende des Faltenbalges erstreckt, desto größer ist die Leistungsausbeute.

Das Anschlusselement besitzt vorzugsweise eine am Faltenbalg befestigte Ringscheibe, die in einen konischen, rohrförmigen sich durch den ersten Ringspalt erstreckenden Abschnitt übergeht. Die konische Ausgestaltung ist insbesondere für die Reflexion flach auftreffender Strahlung auf das Metallrohr von Vorteil, und wird dort eingesetzt, wo ein Mindestabstand zwischen Faltenbalg und Absorberrohr aufgrund von Verformungen im Betrieb eingehalten werden muss. Es ist auch eine zylindrische Ausgestaltung möglich, wenn ein Faltenbalg mit kleinem Innendruckmesser zum Einsatz kommt, so dass nur ein schmäler, erster Ringspalt zur Verfügung steht.

Um den Wirkungsgrad weiter zu erhöhen, ist das Anschlusselement auf der dem Metallrohr zugewandten Seite mindestens teilweise verspiegelt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist das innere Ende des Faltenbalges über ein Anschlusselement und ein Glas-Metall-Übergangselement mit dem Hüllrohr verbunden, wobei das äußere Ende des Faltenbalges am Metallrohr befestigt ist. Auch bei dieser Ausführungsform befindet sich zwischen dem Glas-Metall-Übergangselement und dem Metallrohr sowohl das Anschlusselement als auch der Faltenbalg.

Vorzugsweise erstreckt sich das Anschlusselement vom inneren Ende des Faltenbalges durch den zwischen Faltenbalg und Hüllrohr gebildeten zweiten Ringspalt. Hierbei kann sich das Anschlusselement

über das äußere Ende des Faltenbalges nach außen erstrecken. Es kann aber auch eine kürzere Version vorgesehen sein, so dass das äußere Ende des Faltenbalges gegenüber dem Anschlusselement vorsteht.

Das Anschlusselement weist vorzugsweise eine am Faltenbalg befestigte Ringscheibe auf, die an ihrem äußeren Rand in einen rohrförmigen zylindrischen, sich durch den zweiten Ringspalt erstreckenden Abschnitt übergeht.

Das Glas-Metall-Übergangselement ist an einem äußeren am Anschlusselement angeformten Bund befestigt.

Der Faltenbalg ist an seiner dem Metallrohr zugewandten Seite mindestens teilweise verspiegelt, so dass auch der Faltenbalg bei dieser Ausführungsform zur Rückreflexion einfallender flacher Strahlung benutzt werden kann, um so die Leistung des Absorberrohre zu steigern.

Vorzugsweise ist an jedem Ende des Absorberrohres eine solche Dehnungsausgleichseinrichtung angeordnet.

Der Ringraum zwischen dem Hüllrohr und dem Metallrohr ist evakuiert oder gemäß einer weiteren Ausführungsform mit Edelgas gefüllt.

Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 einen Teillängsschnitt durch ein Absorberrohr gemäß einer ersten Ausführungsform,

Figur 2 einen Teillängsschnitt durch ein Absorberrohr gemäß einer zweiten Ausführungsform, und

Figur 3 einen Teillängsschnitt gemäß einer dritten Ausführungsform.

In der Figur 1 ist ein Ende eines Absorberrohres 1 im Schnitt dargestellt. Das Absorberrohr 1 weist ein aus Glas bestehendes Hüllrohr 2 und ein im Hüllrohr 2 konzentrisch angeordnetes Metallrohr 3 auf, das an seiner Außenseite mit strahlungsselektiver Beschichtung zur Absorption solarer Strahlung beschichtet ist.

Am freien stirnseitigen Ende des Hüllrohres 2 ist ein Glas-Metall-Übergangselement 5 befestigt, das einen radial nach innen weisenden Bund 6 aufweist. Solche Glas-Metall-Übergangselemente sind beispielsweise aus US 1,294,466, US 1,293,441 und US 6,324,870 B1 bekannt. In dem zwischen Hüllrohr 2 und Metallrohr 3 gebildeten Ringraum 4 ist die Dehnungsausgleichseinrichtung 10 in Form eines Faltenbalges 11 angeordnet, der mit seinem äußeren Ende 13 an dem Bund 6 des Glas-Metall-Übergangselementes 5 befestigt ist.

Der Faltenbalg 11 erstreckt sich somit unterhalb des Glas-Metall-Übergangselementes 5 in den Ringraum 4 und ist am gegenüberliegenden Ende an einem Anschlusselement 15 befestigt, das zu diesem Zweck eine Ringscheibe 16 aufweist. Diese Ringscheibe 16 geht an ihrem inneren Rand in einen konisch geformten Abschnitt 17 über, der sich in den ersten Ringspalt 8 zwischen dem Faltenbalg 11 und dem Metallrohr 3 erstreckt.

Am gegenüberliegenden Ende besitzt das Anschlusselement 15 einen Befestigungsbund 19, mit dem das Anschlusselement 15 am Metallrohr 3 befestigt, vorzugsweise angelötet, ist.

Die konische Ausbildung des Abschnitts 17 hat den Vorteil, dass flach einfallende Strahlung auf das Absorberrohr 3 reflektiert wird. Damit wird der Wirkungsgrad erhöht. Das Ende des Absorberrohrs wird zusätzlich von einem Schutzrohr 20 abgedeckt, dessen axiale Erstreckung etwa der Länge des Faltenbalgs entspricht. Das Schutzrohr 20 kann am Hüllrohr 2 oder dem Glas-Metall-Übergangselement 5 gehalten werden und verhindert die direkte Bestrahlung des Faltenbalgs 11.

Das Glas-Metall-Übergangselement 5 wird somit durch das Schutzrohr 20 und den Faltenbalg 11 sowie durch das Anschlusselement 15 abgeschattet, so dass keine Überhitzung und somit keine Beschädigung dieses Elementes auftreten kann.

In der Figur 2 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, bei der der Faltenbalg 11 ebenfalls in dem Ringraum 4 zwischen dem Hüllrohr 2 und dem Metallrohr 3 angeordnet ist. Das Hüllrohr 2 besitzt ein Glas-Metall-Übergangselement 5 mit einem radial nach außen weisenden Bund 7, an dem der Befestigungsbund 19 des Anschlusselementes 15' befestigt ist. Das Anschlusselement 15' erstreckt sich durch den zweiten Ringspalt 9, der zwischen dem Faltenbalg 11 und dem Hüllrohr 2 bzw. dem Glas-Metall-Übergangselement 5 gebildet ist. Da es in diesem Bereich nicht auf eine Reflexion ankommt, ist der mittlere Abschnitt des Anschlusselementes als zylindrischer Abschnitt 18 ausgebildet, der am innenliegenden Ende in die Ringscheibe 16 übergeht, die am Faltenbalg 11 befestigt ist. In diesem Fall ist die Innenseite des Faltenbalges mindestens teilweise verspiegelt ausgeführt.

In der Figur 3 ist eine weitere Ausführungsform dargestellt, die der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform im Prinzip entspricht. Der Durchmesser des Faltenbalgs 11 ist jedoch kleiner, so dass auch der

erste Ringspalt 4 kleiner ist. Aus diesem Grund besitzt das Anschlusselement 15" einen zylindrischen Abschnitt 18'.

**Bezugsz. ich n**

- 1 Absorberrohr
- 2 Hüllrohr
- 3 Metallrohr
- 4 Ringraum
- 5 Glas-Metall-Übergangselement
- 6 nach innen weisender Bund
- 7 nach außen weisender Bund
- 8 erster Ringspalt
- 9 zweiter Ringspalt
- 10 Dehnungsausgleichseinrichtung
- 11 Faltenbalg
- 12 inneres Ende
- 13 äußeres Ende
- 14 Befestigungselement
- 15,15',15'' Anschlusselement
- 16 Ringscheibe
- 17 konischer Abschnitt
- 18,18' zylindrischer Abschnitt
- 19 Befestigungsbund
- 20 Schutzrohr

### **Patentspruch**

1. Absorberrohr, insbesondere für Parabolrinnenkollektoren in solarthermischen Kraftwerken, mit einem zentralen Metallrohr (3) und mit einem das zentrale Metallrohr (3) umgebenden Hüllrohr (2) aus Glas, an dessen freien Enden ein Glas-Metall-Übergangselement (5) angeordnet ist, unter Ausbildung eines Ringraumes (4) zwischen Metallrohr (3) und Hüllrohr (2), wobei das Metallrohr (3) und das Glas-Metall-Übergangselement (5) mittels mindestens einer Dehnungsausgleichseinrichtung (10) in Längsrichtung relativ zueinander verschiebbar und miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**,  
dass die Dehnungsausgleichseinrichtung (10) mindestens teilweise im Ringraum (4) zwischen dem Metallrohr (3) und dem Glas-Metall-Übergangselement (5) angeordnet ist.
2. Absorberrohr nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dehnungsausgleichseinrichtung (10) einen Faltenbalg (11) aufweist.
3. Absorberrohr nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das innere Ende (12) des Faltenbalges (11) über ein Anschlusselement (15) mit dem Metallrohr (3) und das äußere Ende (13) des Faltenbalges (11) über das Glas-Metall-Übergangselement (5) mit dem Glasrohr (2) verbunden ist.
4. Absorberrohr nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anschlusselement (15) sich vom inneren Ende (12) des Faltenbalgs (11) durch den zwischen Faltenbalg (11) und Metallrohr (3) gebildeten ersten Ringspalt (8) erstreckt.

5. Absorberrohr nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich das Anschlusselement (15) bis in die Nähe des äußeren Endes (13) des Faltenbalgs (11) erstreckt.
6. Absorberrohr nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anschlusselement (15) eine am Faltenbalg (11) befestigte Ringscheibe (16) aufweist, die an ihrem inneren Rand in einen konischen oder zylindrischen, rohrförmigen sich durch den ersten Ringspalt (8) erstreckenden Abschnitt (17,18') übergeht.
7. Absorberrohr nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anschlusselement (15) auf der dem Metallrohr (3) zugewandten Seite mindestens teilweise verspiegelt ist.
8. Absorberrohr nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das innere Ende (12) des Faltenbalgs (11) über ein Anschlusselement (15') und über das Glas-Metall-Übergangselement (5) mit dem Glasrohr (2) verbunden ist und dass das äußere Ende (13) des Faltenbalgs (11) am Metallrohr (3) befestigt ist.
9. Absorberrohr nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anschlusselement (15') sich vom inneren Ende (12) des Faltenbalgs (11) durch den zwischen Faltenbalg (11) und Hüllrohr (2) gebildeten zweiten Ringspalt (9) erstreckt.

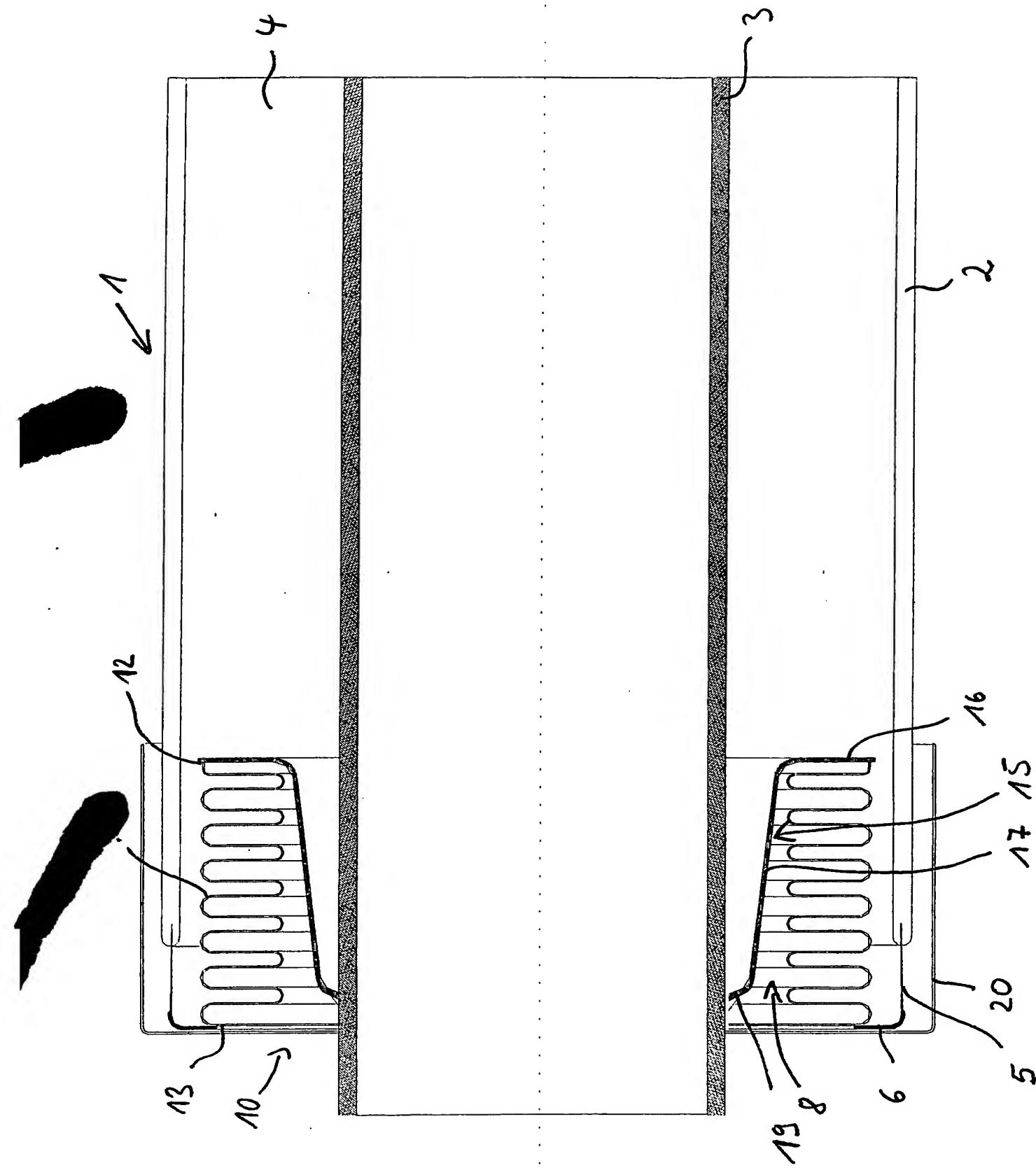
10. Absorberrohr nach einem der Ansprüche 1, 2, 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich das Anschlusselement (15') über das äußere Ende (13) des Faltenbalgs (11) erstreckt.
11. Absorberrohr nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Anschlusselement (15') eine am Faltenbalg (11) befestigte Ringscheibe (16) aufweist, die an ihrem äußeren Rand in einen rohrförmigen, zylindrischen, sich durch den zweiten Ringspalt (9) erstreckenden Abschnitt (18) übergeht.
12. Absorberrohr nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Glas-Metall-Übergangselement (5) an einem äußeren am Anschlusselement (15') angeformten Bund (19) befestigt ist.
13. Absorberrohr nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Faltenbalg (11) an seiner dem Metallrohr (3) zugewandten Seite mindestens teilweise verspiegelt ist.
14. Absorberrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass an jedem Ende eine Dehnungsausgleichseinrichtung (10) angeordnet ist.
15. Absorberrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ringraum (4) evakuiert ist.
16. Absorberrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ringraum (4) mit einem Edelgas gefüllt ist.

### Zusamm nfassung

Es wird ein Absorberrohr (1), insbesondere für Parabolrinnenkollektoren in solarthermischen Kraftwerken, beschrieben. Das Absorberrohr (1) weist ein zentrales Metallrohr (3) und ein das zentrale Metallrohr (3) umgebendes Hüllrohr (2) aus Glas auf. Es ist eine Dehnungsausgleichseinrichtung (10) vorgesehen, die teilweise im Ringraum (4) zwischen dem Metallrohr (3) und dem Glas-Metall-Übergangselement (5) angeordnet ist, das am Hüllrohr (2) befestigt ist. Die Dehnungsausgleichseinrichtung (10) kann einen Faltenbalg (11) aufweisen. Es ist ferner ein Anschlusselement (15) vorgesehen, das entweder einen zylindrischen oder einen konischen Abschnitt (17,18,18') aufweist.

(Figur 1)

Zusammenfassung



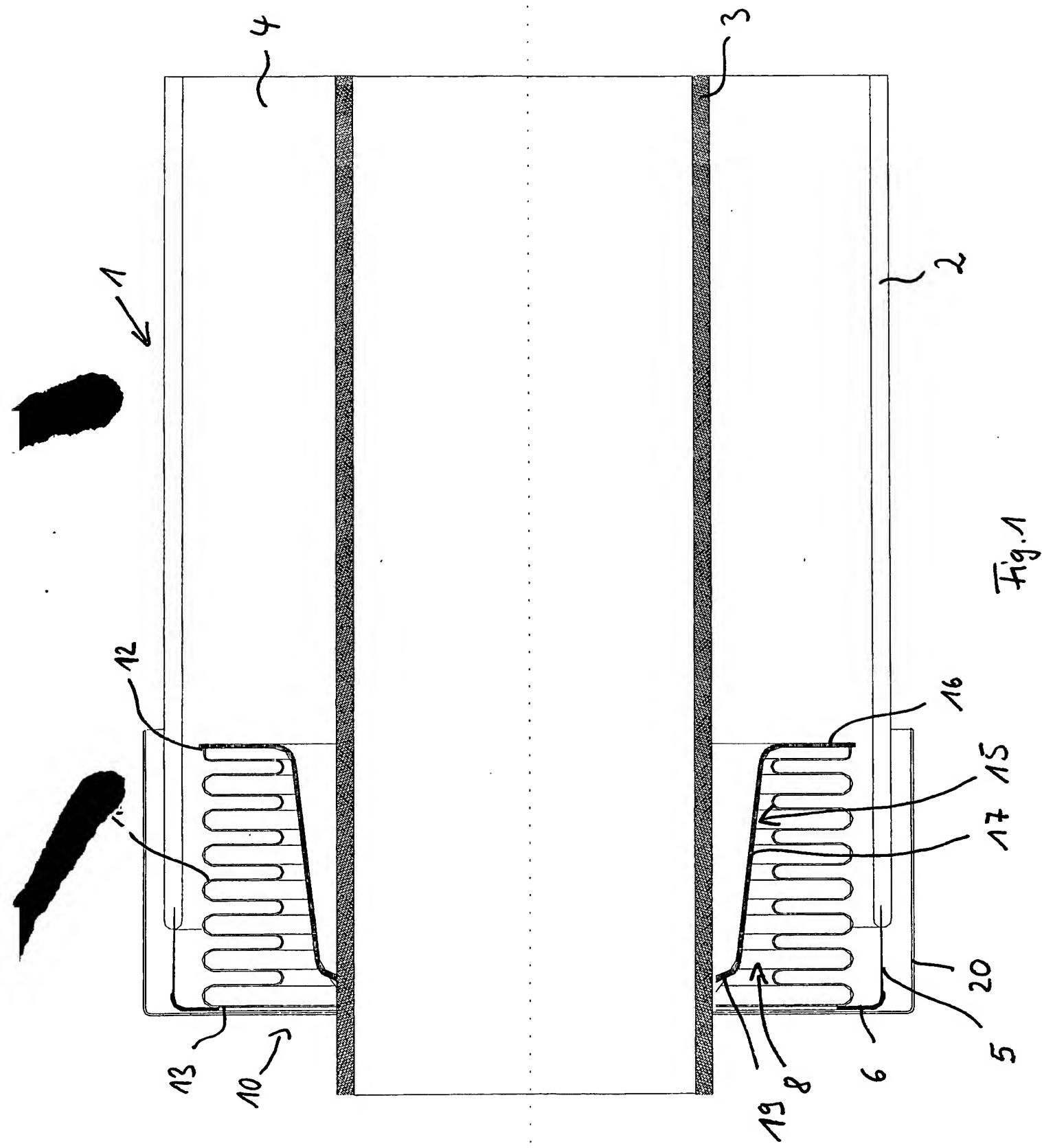
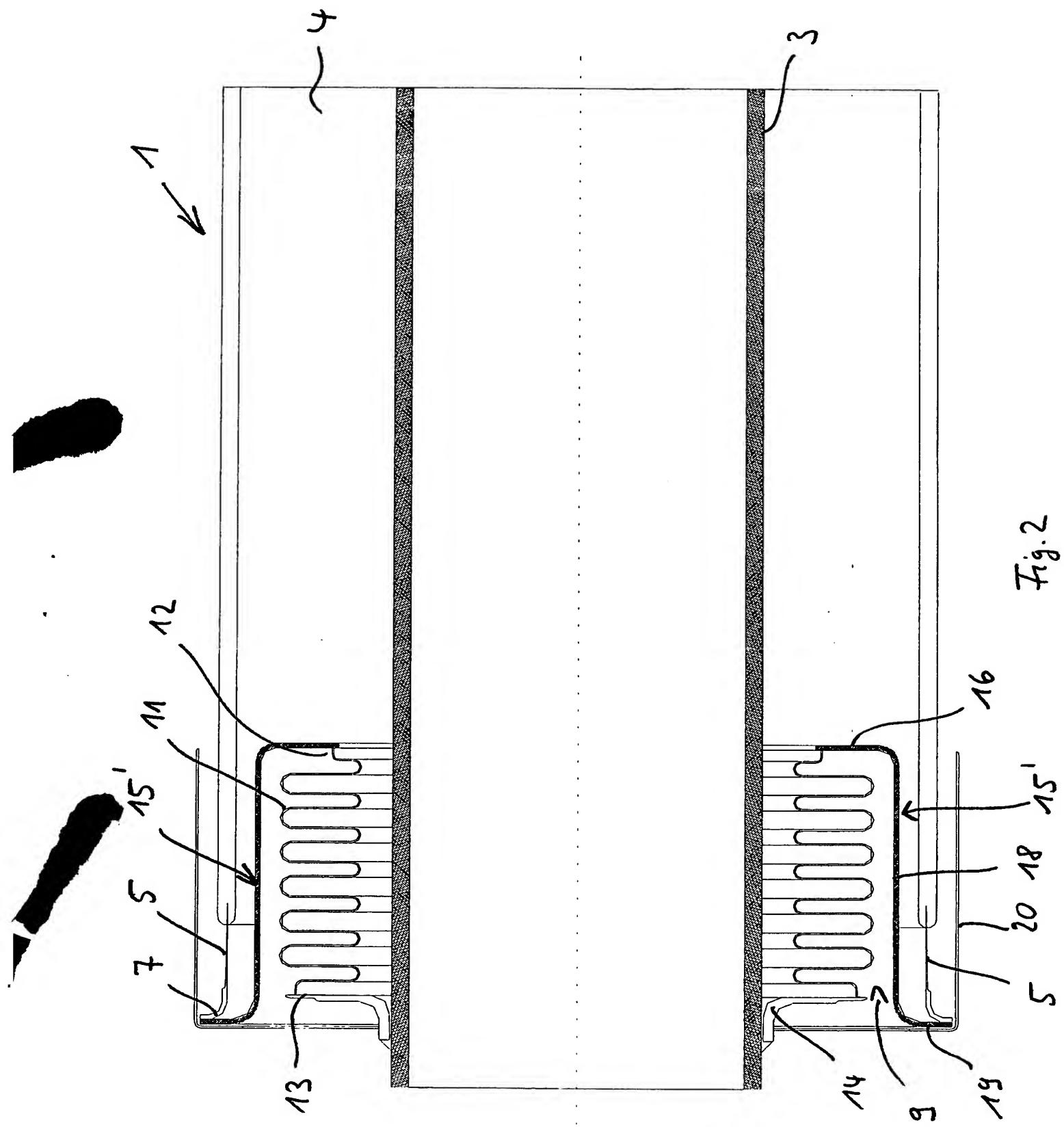


Fig. 1



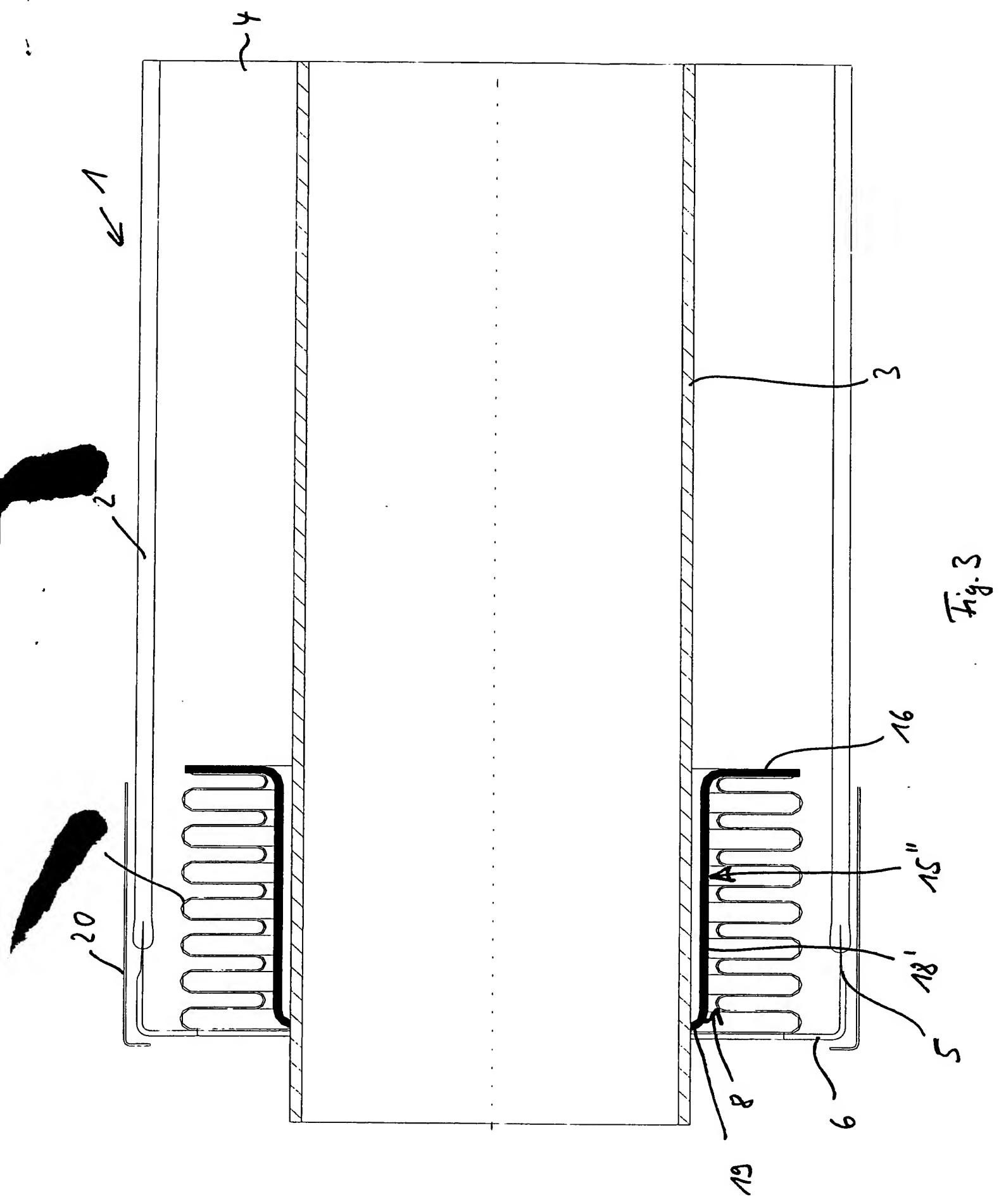


Fig. 3